Ueber

die Frage der Regeneration des Rückenmarks.

INAUGURAL-DISSERTATION

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

AM 7. AUGUST 1894

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

Wilhelm Hoffmann

aus Cassel.

OPPONENTEN:

Herr Dd. med. Becker.
„ Dd. med. Liesegang.
„ Dd. med. Rauschke.

BERLIN.
C. VOGTS BUCHDRUCKEREI (E. EBERING).
Linkstrasse 16.

Meinen lieben Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535723_0016

Erleidet das Rückenmark durch Stich oder Schnitt oder eine andere Art von Verletzung eine Kontinuitätstrennung, so findet man eine klaffende Wunde, die mit blutig gefärbtem Gerinnsel ausgefüllt ist. Die beiden Enden, die sich sofort nach der Verletzung retrahieren, quellen sodann auf und zeigen eine Verfärbung, was sich mikroskopisch als eine Verfettung der vorhandenen Elemente ergiebt. Allmählich kommt es zur Bildung eines sehr zellreichen, der Neuroglia gleichenden Bindegewebes, das, von oben in die Schnittwunde hineinwuchernd, die Verbindung der Rückenmarksstümpfe durch eine Art von Narbengewebe wiederherstellt.

Findet in diesem Narbengewebe auch eine Neubildung der nervösen Elemente des Rückenmarks statt?

Wenn wir in Folgendem die Besprechung der im Laufe der Zeit angestellten Versuche über Regeneration des Rückenmarks uns zur Aufgabe machen, so sind es 2 Gesichtspunkte, die hierbei für uns leitend sein müssen:

1) Die funktionelle,

2) Die anatomische Regeneration des Rückenmarks.

Die ersten Arbeiten gingen von Frankreich aus und zwar veröffentlichte Brown-Séquard im Jahre 1849, 1850 und 1851 seine an Tauben gemachten Versuche.

Im ersten Jahre hatte er einer Taube quer das Rückenmark durchschnitten, und nach 6 Monaten zeigten sich wieder Anfänge willkürlicher Bewegung. In dem folgenden Jahre berichtete er, dass 3 Monate nach einer vollständigen Rückenmarksdurchschneidung die beiden Stümpfe durch eine bindegewebige Masse vereinigt waren, in der sich neugebildete, doppelt contourierte Nervenfasern

und Ganglienzellen, aber weniger als im normalen Zustande fanden. Die Motilität und Sensibilität waren nur sehr mangelhaft, dagegen waren ziemlich starke Reflexe an den Pfoten, dem Schwanze und Anus vorhanden. 1851 machte er an einer Taube die vollständige, quere Durchschneidung in Höhe des 5. Dorsalwirbels. Allmählich — bis zum 15. Monat — gewann das Tier alle seine früheren Funktionen wieder mit Ausnahme des Ganges, der noch etwas steif war.

Ebenfalls höchst interessante Studien über Regeneration der Nervenelemente machte Voit, indem er einer Taube die beiden Hemisphären des Grosshirns abtrug. Wenn sich auch hier die Regeneration auf die Gehirnsubstanz bezieht, so dürfte doch des hohen Interesses halber, das diese Untersuchung bietet, eine kurze Besprechung sich empfehlen.

In einem Fall hatte die Taube die Operation 5 Monate glücklich überlebt und hatte allmählich sämtliche Funktionen wiedererlangt, sodass sie sich von einer gesunden nur dadurch unterschied, dass sie nicht von selbst frass. Man fand bei ihr eine Neubildung einer weissen, der Hirnsubstanz ähnlichen Masse, die nicht nur äusserlich die Form des Gehirns hatte, sondern auch unmerklich in die Hirnschenkel überging und im Innern ein Septum und 2 Höhlen — Analoga der Ventrikel — aufwies. Mikroskopisch erkannte Voit doppelt contourierte Nervenfasern und deutliche Ganglienzellen.

Ueber Regeneration des Rückenmarks bei Tritonen und Eidechsen machte H. Müller interessante Mitteilungen, welche die Erfolge Brown-Séquards und Voits einigermassen in Frage zu stellen geeignet waren. Müller fand, dass das Rückenmark die ihm normaliter zukommende Konfiguration angenommen hatte und um ein centrales Lumen cylindrische Zellen, nach aussen davon polygonale Zellen und eine periphere Lage doppelt contourierter Nervenfasern enthielt. Trotz dieses viel versprechenden Befundes glaubte er nicht, „die Zellen mit centralen Kräften“, wie er sich ausdrückt, mit absoluter Sicherheit als Ganglienzellen ansprechen zu dürfen. Bestärkt wurde er in seiner Annahme noch dadurch, dass die funktionelle

Wiederherstellung nur eine unvollkommene war, und er entschied die Ursache schwach vorhandener Reflexe dahin, dass noch ein kleines Stück des alten Rückenmarks mit dem Schwanze in Verbindung stand, die Nervenfasern also teilweise von diesem aus ressortierten. Jedenfalls geht aus seinen mit Sorgfalt angestellten Versuchen hervor, dass eine reichliche Regeneration von Nervenfasern im Rückenmark bei Eidechsen und Tritonen stattfindet, und dass die Neubildung von Ganglienzellen mit Gewissheit nicht festzustellen war.

Im Jahre 1867 kommen Masius und Vanlair anlässlich eines Versuches, neue Nervencentren beim Hasen, Hund und Frosch im Rückenmark aufzufinden, auf den Gedanken, einen Teil des Rückenmarks herauszuschneiden und zu untersuchen, ob und in wie weit Regenerationsprocesse an der verletzten Stelle eintreten. Zu ihren Versuchen benutzten sie — was sie als Hauptursache ihrer günstigen Erfolge ansahen — lebhafte, braune Winterfrösche, — rana temporaria, — da die an Sommerfröschen ausgeführten Operationen meist missglückten. Auch die Zeit der angestellten Versuche war für ihr Gelingen nicht ganz ohne Bedeutung, da sie durch langjähriges Experimentieren in Erfahrung gebracht hatten, dass im Winter eine Degeneration der Nerven langsamer vor sich geht, als im Sommer.

In dem von ihnen als ersten angeführten Fall wurde einem grauen Frosch die Rückenmarkshöhle zwischen dem 3. und 4. Dorsalwirbel geöffnet und ihm ein Stückchen Rückenmark von 2 mm entnommen, ein Eingriff, den er sehr gut überstand. Die unmittelbare Folge der Operation war, dass die Hinterextremitäten vollständig gelähmt waren und keine Spur von bewusster Sensibilität zeigten, während die Reflexerregbarkeit in dem hinteren Körperteil erhalten blieb.

Zur Zeit der Untersuchung d. h. nach ungefähr 6 Monaten zeigte sich nun Folgendes:

Legte man den Frosch mit ausgestreckten Hinterbeinen auf einen Tisch, so zog er sie sofort von selbst gegen den Rumpf, um diejenige Stellung einzunehmen, die die Frösche während der Ruhe gewöhnlich zeigen. Hing

man ferner den Frosch in der Luft an einem seiner Vorderfüsse auf, so führte er spontan Streck- und Beugebewegungen seiner Hinterextremitäten aus, und wenn man ihn auf den Rücken legte, so suchte er sich — allerdings vergeblich — mit Vorder- und Hinterbeinen umzuwälzen.

Nach diesem Befunde müsste sich die Leitungsfähigkeit des Rückenmarks nach den Hinterextremitäten für den Willen nach einem Zeitraum von 6 Monaten mehr oder weniger vollständig wiederhergestellt haben. Bemerkenswert ist es nun, dass bald nach Rückkehr der Motilität sich auch Spuren von Sensibilität zeigten. Den Grund für das frühere Erscheinen der Motilität glaubten Masius und Vanlair darin zu erkennen, dass die sensiblen Wurzeln durch die Operation von ihren trophischen Centren getrennt wurden, während die motorischen sie noch behalten haben. Die Reihenfolge in der Wiederherstellung der Motilität war zuerst der Oberschenkel, dann Unterschenkel und Fuss.

Auch die Reflexerregbarkeit bot interessante Erscheinungen.

Reizte man z. B. den Frosch an der Vereinigungsstelle des Kreuz- mit dem Steissbein, so erhielt man kaum eine Reaktion. Reizte man etwas tiefer, ungefähr in der Hälfte des Steissbeins, so erhob sich das Knie und näherte sich der Mittellinie. Entfernte man sich mit dem Reize immer mehr von der oben angegebenen Stelle, so erfolgten Reaktionen schneller und stärker, und zwar nahmen sie in dem Maasse zu, als man sich entfernte. Reizte man z. B. den Fuss, so löste man hierdurch eine sehr schnelle und starke Bewegung in dem ganzen Hintergliede aus.

Bei einem andern Frosche — 4. Versuch —, dem ein Stück Rückenmark zwischen dem 5. und 6. Rückenwirbel herausgeschnitten war, zeigte sich die funktionelle Restauration in einem solch vollkommenen Grade „à ce point que la grenouille sautait aussi rigoureusement que ses voisines".

Von einem andern Frosch heisst es: „. . . . avait recouvré complétement l'usage de ses membres postérieurs et se comportait absolument, comme si elle n'eût jamais subi d'opération". Hand in Hand mit der funktionellen

Restauration ging die anatomische, die eigentliche Regeneration des Rückenmarksgewebes.

Bei der ungefähr 6 Wochen nach erfolgter Operation vorgenommenen Sektion vermochten Masius und Vanlair noch deutlich die Grenzen der beiden Rückenmarksstümpfe an ihrer weissen Farbe zu erkennen, dazwischen befand sich eine gelbe, gelatinöse Substanz, die auch die beiden Stümpfe etwas umgab. Ferner konnten sie noch makroskopisch einen Unterschied in der Gestaltung der beiden Stümpfe erkennen, indem der obere beträchtlich verdickt war, der untere dagegen sich zu einem konischen Zapfen verdünnte. Die gelatinöse Masse selbst wies im Centrum eine etwas derbere Konsistenz als der periphere Teil auf.

Bei geeigneter Behandlung mit Jodserum und Osmiumsäure erkannten sie Zellen und Fasern. Die Zellen waren teils kugelig teils eiförmig, teils ohne Fortsätze, teils bipolar oder multipolar; in letzterem Falle zeigten sie hie und da Anastomosenbildung. Der Zellleib bestand aus einer membranlosen, feingranulierten Protoplasmaschicht mit einem ziemlich grossen, runden oder ovalen, hellen Kern, der von einer doppelt contourierten, scharf abgegrenzten Membran eingeschlossen war. Der Kern enthielt ein kleines, doch deutlich erkennbares, glänzendes Kernkörperchen. Masius und Vanlair glaubten mit Fug und Recht diese Zellen für Ganglienzellen ansprechen zu können, um so mehr als sie mit Ganglienzellen aus der grauen Rückenmarkssubstanz eines andern Forschers grosse Aehnlichkeit hatten.

Durch Vergleichung mit den Nervenzellen des Menschen fanden sie folgende Unterschiede: Die Zellen waren durchweg etwas kleiner als beim Menschen, ihr Durchmesser betrug bei den runden Zellen 0,0128 mm, bei den spindelförmigen 0,0208 mm, also weniger als beim Menschen; der Kern war ungefähr gleich gross. Das Protoplasma bildete eine weniger dichte Schicht, und das Kernkörperchen war im Vergleich zum Kern sehr klein.

Ausser diesen Zellen fanden sie noch zellige Gebilde, die deutlich den Zustand der Degeneration erkennen liessen. Dieselben waren dunkel, ein wenig grösser als die eben beschriebenen und hatten keine Fortsätze mehr. Den Kern

konnte man nur noch als einen runden, farblosen Fleck erkennen, das Kernkörperchen war meist vollständig verschwunden.

Endlich fanden Masius und Vanlair in der granulierten, gelatinösen Grundsubstanz unregelmässige, abgeplattete Fasern, die in ihrem Verlauf hie und da Kerne zeigten und sehr dicht lagen. Dieselben zeigten vollständige Analogie mit den Remakschen Fasern, während markhaltige Fasern erst später auftraten.

Der Neubildung des Nervengewebes schien an den Stümpfen Zerfall der Markscheiden, der Fasern und pigmentartige Degeneration der Zellen vorausgegangen zu sein. Hiermit glaubten Masius und Vanlair auch den Beweis der anatomischen Restauration des Rückenmarks gegeben zu haben und kommen am Schluss ihrer Arbeit zu folgenden, ihre gefundenen Resultate zusammenfassenden Sätzen:

„1. La moëlle épinière, chez la grenouille, peut réparer spontanément les pertes de substance opérées dans son propre tissu à l'aide d'un nouveau tissu médullaire.

2. Le retour des fonctions de la moëlle épinière suspendues par le fait de la lésion coïncide avec la régénération de ses éléments anatomiques.

3. Cette régénération à la fois anatomique et fonctionnelle ne s'opère que graduellement. Pour la reproduction des éléments histologiques la formation des cellules précède celle de fibres. Pour les propriétés physiologiques c'est la motilité volontaire qui reparaît en première ligne."

Es ist nach den von Masius und Vanlair gefundenen Resultaten wohl nicht zu leugnen, dass die Regenerationsfähigkeit des Rückenmarks beim Frosche einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich hat. So sagt auch Leyden[1]: „Obgleich diese Versuche nur die starke Regenerationsfähigkeit für das Rückenmark der Frösche beweisen . . . .", womit er voll und ganz die Ansichten von Masius und Vanlair teilt; trotzdem hat es nicht auch an solchen gefehlt, die sich diesen Auffassungen nicht anschliessen konnten. Liest man doch in der Schiefferdeckerschen

[1] Rückenmarkskrankheiten. Bd. I, p. 84.

Arbeit: „Ueber Regeneration, Degeneration und Architektur des Rückenmarks“ folgendes Urteil über Masius und Vanlair: „Ich muss sagen, dass ich diese Arbeit, indess nur soweit sie die Regeneration des Rückenmarks anbetrifft, vorläufig als nicht vorhanden ansehen möchte, da sie weder für noch wider Entscheidendes bringt.“ Schiefferdecker kann ferner die Bewegungen, die die Autoren als willkürliche deuteten, als solche nicht ansprechen, sondern hält sie nur für einfache Reflexbewegungen, wie er auch den mikroskopischen Befund, msoweit er die Ganglienzellen betrifft, dadurch in seiner Bedeutung einschränkt, dass nach seiner Meinung die Ganglienzellen gerade so gut Bindegewebszellen sein können.

Es ist erklärlich, dass man bei diesen höchst interessanten und wertvollen Studien nicht nur bei den niederen Tieren stehen blieb, sondern auch die höheren Tiere eingehenden Untersuchungen unterwarf, wenn man sich auch sagen müsste, dass, je entwickelter das Tier, um so schwieriger das Experiment auszuführen war.

Im Jahre 1873 erschien die Arbeit von Paul Dentan „Quelques recherches sur la régénération de la moëlle épinière“, in der der Autor die Ergebnisse von Rückenmarksdurch- und -ausschnitten an Hunden mitteilt. Dentan nahm zu seinen Experimenten eben geborene Hunde und wählte als Ort des Eingriffs die Gegend zwischen dem 10. Dorsalwirbel und 2. Lendenwirbel. Schon nach kurzer Zeit war er so glücklich, Bewegungen an dem Hinterkörper der Hunde zu bemerken, die er bereitwilligst für willkürliche ansprach. Hand in Hand mit dieser überaus schnellen funktionellen Wiederherstellung hätte doch auch die anatomische einhergehen müssen, und das ist doch in solch kurzer Zeit schlechterdings unmöglich.

Es liegt ausser allem Zweifel, und Schiefferdecker beweist dies in seiner Schrift bis zur Gewissheit, dass Dentan Reflexbewegungen für willkürliche Bewegungen hielt. Wenn Dentan sagt, dass er eine schnell eintretende Wiederkehr der motorischen Funktion beobachtet habe, die dann stille stehe, so sieht Schiefferdecker gerade darin den deutlichsten Beweis für die Existenz der Reflexbewegungen, die bald ihr Maximum erreichen, auf dem sie

stehen bleiben. Auch die Zeitangabe, dass schon nach einer Woche Bewegungen in den Hinterbeinen aufgetreten wären, dürfte eben nur für Reflexbewegungen sprechen. Die von Dentan beobachteten Bewegungen haben einige Aehnlichkeit mit den von Masius und Vanlair mitgeteilten und sind von Goltz und Freusberg eingehender studiert und beschrieben worden. Sie sind hauptsächlich folgende:

1. Wenn man den Hund in der Hand hält, sodass der Hinterkörper herabhängt, so beugt und streckt er die hinteren Extremitäten.

2. Wenn man den Hund auf den Boden setzt, so „ces derniers (les extrémités postérieures) bien que couchées à plat sur le sol, exécutent certains mouvements actifs en se contractant et contribuent ainsi dans une faible mésure à la progression en avant."

3. Die Hunde stehen mitunter auf allen Vieren und können sich eine kleine Strecke vorwärts bewegen, wobei sie jedoch oft hinfallen. Die Hinterfüsse machen hierbei seltsame und unregelmässige Bewegungen.

Die beiden ersten sind reine Reflexbewegungen, die dritte ist aus willkürlichen und Reflexbewegungen zusammengesetzt; denn der Hund gebraucht willkürlich seine vom Brustmark innervierten Rückenmuskeln, um den ihn belastenden Hinterkörper zu heben; die Bewegungen in den Hinterbeinen selbst sind dagegen rein reflektorisch.

Was die Sensibilität anbelangt, so war sie selbstredend in einem so frühen Stadium nicht vorhanden; Dentan konnte den Hinterkörper bis aufs Blut quetschen, mit glühenden Glasstäbchen brennen — alles ohne Empfindung.

Mikroskopisch konnte er in der Narbe viel Bindegewebe, Kapillargefässe und schmale, blasse Nervenfasern, dagegen keine Ganglienzellen finden.

Dentan hatte seine Versuche als Dissertation unter der Leitung von Naunyn gemacht, der seine in Gemeinschaft mit Eichhorst auch an ganz jungen Hunden angestellten Experimente 1874 veröffentlichte[1] und insofern

[1] Ueber die Regeneration und Veränderungen im Rückenmark nach streckenweiser totaler Zerstörung desselben. Arch. f. exper. Pathol. Pharmak. Bd. II.

etwas Neues in die Untersuchungsmethode einführte, als das Rückenmark durch ein Glasstäbchen ohne Oeffnung der Dura an der Grenze des Brust- und des Lendenteils zerquetscht wurde. Leitend war für sie hierbei die Erfahrung, dass nach blutiger Durchschneidung sich immerhin eine feste Bindegewebsnarbe bildete, welche die Untersuchung erschwerte. Leider lag es bei diesem Verfahren ausser dem Bereich der Möglichkeit, zu kontrollieren, ob auch alle Nervenfasern ordentlich zerquetscht oder nur gedrückt waren, sodass eine baldige restitutio ad integrum immerhin nicht unmöglich war, ein Vorgang, der sich mit dem Begriff Regeneration keineswegs deckt. Einen Beweis hierfür erblickte Schiefferdecker darin, dass die Autoren konstant in den Vordersträngen mehr regenerierte Fasern als in den Hintersträngen antrafen, da diese naturgemäss in erster Linie vollständig zerstört werden mussten, während erstere — gewissermassen mehr geschützt — weniger mitgenommen wurden.

Auch Freusberg spricht in der Nachschrift zu seiner Arbeit „Reflexbewegungen beim Hunde“ seine Ansicht über obiges Verfahren dahin aus, dass hierbei in der That günstigere Verhältnisse für Herstellung einer physiologischen Leitung bestehen, und sich nach einiger Zeit vollkommen sicher Nervenfasern in der Narbe nachweisen lassen, während bei von ihm vorgenommener blutiger Durchschneidung alle am Leben erhaltenen Tiere die Hoffnung auf Wiederherstellung der Leitung getäuscht haben.

Auch selbst in dem Umstande, dass nach gesetzter Verletzung jegliche Motitität und Sensibilität vollkommen aufgehoben war, ist ein sicherer Beweis für eine vollständige Zerstörung der Nervenfasern nicht zu erblicken, da auch nur eine gedrückte Faser den Fortbestand der Leitung in Frage stellt, wohl meistens unmöglich macht. Ferner kommt noch in Betracht, dass der nicht verletzte Teil der Fasern zur Aufrechterhaltung der Leitung nicht mehr ausreichte, die Leitung dann aber wieder eintrat, als sich einige Fasern, die nur gedrückt waren, wieder erholt hatten.

---

[1] Pflügers Arch. f. Physiol. Bd. 9.

Wenn auch diese Einwände Richtiges treffen mögen, so sind die von Eichhorst und Naunyn angestellten Versuche, besonders durch die peinliche Sorgfalt, mit der sie ausgeführt wurden, doch von hohem Interesse, sie stellten nämlich stets Kontrollversuche an gesunden Tieren an und mit um so grösserem Rechte, als sie bald erkannten, dass sich die Verteilung und der Zellenreichtum der Neuroglio derart mit dem Alter verändert, dass sie bei erwachsenen Tieren an Menge und Zellen spärlicher wird.

Auch sie bedienten sich besonders junger Tiere, die am 3. bis 4. Tag nach der Geburt operiert und lange am Leben erhalten wurden.

Die Befunde der Tiere, die einige Tage nach der Operation zur Sektion kamen, zeigten, wie im allgemeinen bei allen derartigen Untersuchungen die beiden Rückenmarksstümpfe im Zustande der Degeneration und durch eine breiige, in der Hauptsache aus Blutgerinnsel bestehende Masse verbunden, die bald durch Fettmetamorphose erweichte; am Ende der dritten Woche war der fettige Brei fast gänzlich resorbiert und verschwunden. Um diese Zeit beginnen die Anfänge einer Regeneration von dem Gewebe aus, welches die Enden der Rückenmarksstümpfe deckt. Es stellt allmählich, sich hart an die Pia haltend und mit ihr verwachsen, als ein dünner, hohler Cylinder die Kontinuität zwischen den Stümpfen wieder her. Die Dicke des Cylindermantels nimmt zu, er bleibt aber selbst nach längerer Zeit eine Höhle, die erheblich geräumiger ist, als der Centralkanal, der oben wie unten durch neugebildetes Gewebe verschlossen ist.

Die Regeneration der nervösen Elemente beginnt damit, dass in dem Cylinder doppelt contourierte Nervenfasern auftreten, welche in seiner Substanz von einem Stumpf zum andern ziehen, schmal und marklos, dagegen kernhaltig sind. Jedoch treten diese Nervenfasern nur in sehr geringer Anzahl auf, was Eichhorst und Naunyn Veranlassung gab, der von Masius und Vanlair einerseits und Brown-Séquard andrerseits ausgesprochenen Ansicht, dass sich, wenn auch erst nach einiger Zeit, die weisse Rückenmarkssubstanz wieder herstellen könne, entgegenzutreten.

Ausserdem fanden sie nie eine Regeneration von Ganglienzellen. Gleichzeitig machten Eichhorst nnd Naunyn noch folgende Entdeckung. Sie fanden nämlich — jedoch nur oberhalb der Verletzungsstelle — ungefähr am Ende der zweiten Woche zunächst in den Hintersträngen, später auch lateralwärts von ihnen eine mit Serum angefüllte Höhle, die hauptsächlich auf Kosten der Mark-, weniger der grauen Substanz entstanden ist. Ueber die Ursache dieser Höhlenbildung konnten sie sich nicht ganz klar werden, jedoch neigen sie zu der Annahme, dass der sulcus longitudinalis posterior wie der sulcus lateralis posterior Lymphbehälter sind, von denen aus 2 Seitenarme zu beiden Seiten der hinteren Wurzel in die Rückenmarkssubstanz eindringen. Durch die Unterbrechung an der gequetschten Stelle würde es dann zu einer Unterbrechung und Stauung des von oben nach unten fliessenden Lymphstromes kommen, und so die Höhlen erzeugt werden.

Sehen wir nun, wie sich bei diesen Versuchen die Motilität uud Sensibilität verhielt?

Sofort mit der vorgenommenen Operation stellten sich motorische und sensible Störungen iu den Hinterbeinen ein, welche 2 Wochen dauerten. Mit Beginn der 3. Woche zeigten sich wieder Spuren von willkürlicher Bewegung, die sich teilweise soweit wiederherstellte, dass die Tiere liefen, wenn auch „mit einer Art ataktischer Störung."

Die Sensibilität blieb in ihrer Wiederherstellung — abweichend vom Verhalten gerissener Nerven — mehr zurück, und gegen die 10. bis 12. Woche konnte man wieder bei ihr sowohl als bei der Motilität eine Abnahme der Funktion erkennen, verbunden mit einer Verschlechterung des allgemeinen Zustandes der Tiere, sodass sie bald starben. Für die baldige Verschlechterung glaubten die Autoren die allmählich zunehmende Höhlenbildung verantwortlich machen zu müssen, während die Wiederherstellung der Funktion unzweifelhaft durch eine Regeneration von Nervenfasern bedingt sei. Eine eigentliche restitutio ad integrum des Rückenmarksgewebes konnten sie nicht konstatieren. Die vorhandenen neuen Nervenfasern führten sie ihres peripherischen Charakters halber auf Regenerationsprocesse in den Wurzelfasern zurück, eine Ansicht, die

noch durch die Thatsache bestätigt wurde, dass Eichhorst und Naunyn in einem Falle eine Anhäufung peripherer Ganglienzellen — zweifelsohne das ganglion spinale der hinteren Wurzel — in den hinteren Teilen der Rückenmarksnarbe fanden, von der aus sowohl nach oben wie nach unten Nervenfasern abgingen.

Wenn auch das anatomische Resultat dieser Versuche nicht ganz befriedigend ist, so scheinen doch die wiedergekehrten Funktionen für eine Regeneration zu sprechen. Oder wie anders sollen die Bewegungen erklärt werden?

Freusberg, dem ein reichliches Material zu seinen Versuchen zur Verfügung stand, giebt uns in seiner Arbeit „Reflexbewegungen beim Hunde“ Aufklärung darüber, wie die von Eichhorst und Naunyn, kurz jede beobachtete funktionelle Wiederherstellung nach Rückenmarksdurchschneidung aufzufassen ist.

Zunächst scheint Freusberg schon die Mitteilung, dass die funktionelle Restitution so früh und auf einer so niedrigen Stufe aufhörte, nicht für eine eigentliche Regeneration zu sprechen. Dann vermag er die von Eichhorst und Naunyn beobachtete Motilität als willkürlich nicht anzusprechen, sondern hält die beobachteten Bewegungen für Reflexbewegungen, die das Tier hauptsächlich auf innere Vorgänge hin ausführt. Für diese Ansicht fand er hinreichende Bestätigung durch die vielen (ca. 80) Versuche, die er an Hunden und anderen Säugetieren nach Durchschneidung des Rückenmarks anstellte. So sah er z. B. einen jungen Hund schon einen Tag nach der Operation — wo von einer Regeneration gewiss noch nicht die Rede sein kann — auf 4 Beinen stehen und gehen. Er fand als Ursache für diese Erscheinung eine fühlbare Kontraktion der Rückenmuskeln, wodurch das Vordertier den gelähmten Hinterkörper tragen konnte. Die Hinterbeine machten dabei rhythmische Bewegungen, wie beim Gehen, und können, wenn sie gegebenen Falls einmal senkrecht zu Boden kommen, auch den Hinterkörper stützen, wodurch sie zeitweise dem Vorderkörper seine Last erleichtern, was durch Auf- und Abschwanken des Hinterkörpers seinen Ausdruck findet. Er hielt dies mit Recht nicht für willkürliches Gehen, sondern für reflektorische Bewegungen. Ferner beobachtete

Freusberg, dass die Tiere, die sonst jeden Reiz an ihrem Hinterkörper ignorierten, auf das Strampeln der Hinterbeine aufmerksam wurden. Nach seiner Ansicht empfanden sie aber nicht den sensiblen Reiz als solchen, sondern sie nahmen nur die reflektorischen Bewegungen wahr.

Freusberg kann hiernach weder die eine noch die andere Erscheinung für einen Beweis der wiedergekehrten Funktionen halten, sondern er präcisiert seine diesbezüglichen Forderungen dahin, dass einerseits das Tier einen am Hinterkörper angebrachten Reiz deutlich lokalisieren oder mit unzweifelhafter Schmerzensäusserung beantworten, andererseits der Hinterkörper auf einen am Vorderkörper einwirkenden schmerzhaften Reiz sich deutlich an den Schmerzensäusserungen beteiligen muss.

Die von Freusberg und Goltz über Rückenmarksregeneration angestellten Versuche wurden in einer gemeinsamen Arbeit „Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Vorgänge während der Schwangerschaft und des Gebäraktes“ [1] veröffentlicht.

Auch Freusberg und Goltz legten den Schnitt bei Hündinnen durch die Grenze des Dorsal- und Lumbalteils des Rückenmarks und konnten tagtäglich genaue Untersuchungen betreffs einer Wiederkehr der durch die Kontinuitätstrennung verschwundenen Funktionen anstellen. Sie fanden, dass das Allgemeinbefinden durch den Eingriff nie alteriert war, dass aber von funktioneller Regeneration keine Rede sein konnte, da z. B. die stärksten Induktionsschläge durch die Hinterbeine, den Schwanz oder die äusseren Geschlechtsteile des Tieres geleitet, niemals eine Spur von Schmerzensäusserung des Vordertieres veranlassten. Ausserdem nahmen sie nie eine Bewegungserscheinung im Hinterkörper wahr, welche von dem Nervensystem des Vordertieres angeregt worden wäre. Kurz, sie konnten sich tagtäglich aufs zuverlässigste davon überzeugen, dass keine Spur von Empfindungs- oder Bewegungsleitung durch die Rückenmarksnarbe hindurch stattfand.

Besonderes Interesse verdienen diese Operationen an Hündinnen noch dadurch, dass man erkannte, dass eine

[1] Pflügers Arch. Bd. 9.

Hündin mit vollständig in der Höhe des 1. Lendenwirbels durchschnittenem Rückenmark empfing und ohne Kunsthilfe ein lebensfähiges Junges gebar.

Was den mikroskopischen Befund bei der späteren Sektion betrifft, so vermochten Goltz und Freusberg keinerlei nervöse Verbindungen zwischen den beiden Stümpfen aufzufinden.

Fortwährend wurden neue Versuche angestellt, und stets war man bestrebt, die immer noch offene Frage der Rückenmarksregeneration zu beantworten, in der Hoffnung, dass man doch einmal zu entscheidenden Resultaten gelangen müsste.

So veröffentlichte Schiefferdecker im Jahre 1876 seine Arbeit „Ueber Regeneration, Degeneration und Architektur des Rückenmarks“[1], in der er besonders die von Goltz und Freusberg angestellten Versuche ihrer ausserordentlichen Sorgfalt halber rühmend erwähnte und vollständig bestätigen konnte.

Auch Schiefferdecker hält die von Eichhorst und Naunyn als willkürlich gedeuteten Bewegungen nur für Reflexbewegungen und sieht in den Reflexbewegungen sowohl, als auch darin, dass die Besserung sehr bald aufhörte, und die Tiere dann in demselben Zustande verblieben, und endlich auch in dem Fehlen der Sensibilität den deutlichsten Beweis, dass eine Regeneration in keiner Weise stattgefunden hat.

Wenn auch Eichhorst und Naunyn behaupten, die Sensibilität sei „in sehr geringem Grade“ wiederhergestellt gewesen, so glaubt Schiefferdecker dieser Behauptung nicht allzu viel Vertrauen schenken zu dürfen, denn die von Eichhorst und Naunyn für das Vorhandensein der Sensibilität beigebrachten Beweise, dass die Hunde bei intensivsten Reizen, z. B. Brennen der Haut des Schwanzes oder der Hinterbeine, höchstens „ein leichtes Umwenden des Kopfes oder einen schwachen Fluchtversuch zeigten“, könnte er nach seiner eigenen Erfahrung als vollgültige Beweise nicht anerkennen, da diese Bewegungen einen

[1] Virchows Archiv Bd. 67.

viel zu unbestimmten „der mannigfachsten Deutung fähigen Charakter“ hätten.

Was den mikroskopischen Befund bei den von Eichhorst und Naunyn angestellten Versuchen anbelangt, so schliesst sich Schiefferdecker im allgemeinen ihren Ausführungen an, indem auch er die gefundenen Nervenfasern mit peripherischem Charakter als von der hinteren Wurzel, in einem Fall vom ganglion spinale ausgehende ansieht. Er vermisst aber den anatomischen Beweis, dass diese gefundenen Nervenfasern die ganze Narbe durchziehen und auf der anderen Seite in die weissen Stränge eintreten, ein Beweis, den Eichhorst und Naunyn insofern als erbracht ansahen, als die nach ihrer Ansicht wieder vollständig hergestellten Funktionen das Vorhandensein einer nervösen anatomischen Verbindung erheischen. Da sie aber die beobachteten Funktionen verkannten, so reduciert sich ihr ganzes Beweismaterial nur darauf, dass sie in der Rückenmarksnarbe Nervenfasern und zwar solche mit peripherischem Charakter nachgewiesen haben.

Sehen wir nun, was Schiefferdecker nach seinen eigenen Untersuchungen über Rückenmarksregeneration mitteilen kann!

Schiefferdecker durchschnitt bei einige Monate alten Hunden das Rückenmark mit seinen Häuten quer durch; auch bei ihm überlebten nicht nur die Tiere den Eingriff recht gut, sondern sie blieben noch recht lange am Leben. Sensibilität und Motilität waren gleich nach der Operation verschwunden und nur Reflexbewegungen vorhanden. Bei der Sektion fand er eine straffe, bindegewebige Narbe schon etwa 10—14 Tage nach der Operation; bei Tieren aber, die länger gelebt hatten, war die Operationsstelle nur durch einige Pigmentanhäufungen der Rückenmarkshäute ober- und unterhalb der Narbe erkennbar. Manchmal zeigte der obere Stumpf eine Auftreibung nach hinten, die aber nicht — wie bei Eichhorst und Naunyn — durch Höhlenbildung bedingt sein konnte, da der Stumpf sich durchweg solide bewies. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass diese Anschwellung hervorgerufen war durch ein Umbiegen von Fasern der Hinterstränge nach aussen;

über die Ursache dieser Erscheinung konnte sich Schiefferdecker nicht klar werden.

Doch was war das Resultat der mikroskopischen Untersuchung?

Schiefferdecker fand keine Spur von Regeneration, keine einzige Nervenfaser und das bei einem Tier, das 238 Tage gelebt und durch sein Wohlbefinden, seine ausserordentliche Lebhaftigkeit und graziösen Bewegungen — natürlich Reflexbewegungen — alle, die es sahen, in Erstaunen gesetzt hatte.

Dieses negative Resultat hatte Schiefferdecker bei allen seinen Versuchen, sodass er schliesslich die Untersuchung auf Regeneration als erfolglos aufgab und die Tiere zum Studium der sekundären Degeneration nach Durchschneidung des Rückenmarks verwandte.

Seine Ansicht über die Regeneration des Rückenmarks bei Säugetieren drückt Schiefferdecker auf Grund der bis dahin angestellten Versuche folgendermassen aus und kommt zu dem Schlusse:

„Wir sehen also, dass weder, wenn die Rückenmarksverletzung bei ganz jungen Tieren, wie bei Dentan und Eichhorst und Naunyn, gemacht wurde, noch wenn sie bei im kräftigsten Jugendalter stehenden Tieren ausgeführt wurde, die sich von der Operation gänzlich erholten, bis jetzt eine Regeneration des Rückenmarks beobachtet werden konnte. Angesichts dieser Resultate ist man aber, wie ich glaube, wohl berechtigt, zu sagen, dass dem Rückenmarke der höheren Säugetiere wenigstens die Fähigkeit, sich zu regenerieren, nicht innewohne. Wie sich die Sache bei den niedern Säugern stellt, müssten erst neue Untersuchungen lehren. Für die menschliche Therapie ist dieses Resultat allerdings ein höchst trauriges, zumal nachdem die letzten Untersuchungen zu Hoffnungen zu berechtigen schienen".

Die oben angeführte scharfe Kritik Schiefferdeckers, mit der er die Veröffentlichungen von Eichhorst und Naunyn zerpflückte und ihre Resultate gewissermassen auf Null reducierte, konnte natürlich von dieser Seite nicht unbeantwortet bleiben.

So erschien im Jahre 1879 in der Zeitschrift für klinische Medicin eine Veröffentlichung „Ueber Regeneration und Degeneration des Rückenmarks" von Eichhorst, in der sich der Verfasser im Anfang besonders gegen Schieffer-decker wendet und dann die Ergebnisse seiner neuen Versuche über Rückenmarksregeneration an 3 jungen Hunden mitteilt.

Auch die von Masius und Vanlair mitgeteilten Untersuchungen finden ihre Beurteilung. Eichhorst spricht an der Hand der ihm durch seine vielen Versuche an Fröschen zur Seite stehenden Erfahrung seine Ansicht betreffs der von Masius und Vanlair konstatierten Rückenmarksregeneration beim Frosche dahin aus, dass es sich nicht um regenerierte, sondern degenerierte, bei der Operation abgetrennte und dann „gelatinös" gewordene Teile in dem vermeintlichen neuen Rückenmarksgewebe handele. Diese seine Ansicht glaubt Eichhorst durch die histologischen Beobachtungen von Masius und Vanlair vollständig bestätigt zu finden.

Einen ferneren Beweis für die Unwahrscheinlichkeit der von Masius und Vanlair mitgeteilten Ergebnisse sieht Eichhorst noch darin, dass sie bei dem ersten und besten Versuche angeben, schon am 28. Tage nach der Operation und noch dazu in den Wintermonaten eine reichliche Regeneration von Nervenfasern und Ganglienzellen gefunden zu haben, während doch allgemein feststeht, dass nach Durchschneidung peripherer Nerven, an denen sich doch diese Vorgänge sehr viel leichter und schneller vollziehen, selbst in den Sommermonaten die Regeneration nicht vor dem 30. Tag nach der Operation, meist aber sehr viel später, erst in der 10. Woche beginnt.

Weiter spricht für die in den Versuchen von Masius und Vanlair verkannte Rückenmarksdegeneration der Befund von reichlichen Zellgebilden, vollgepfropft mit Fett- und Pigmentkörnchen, was doch als Symptom der regressiven Metamorphose aufzufassen ist.

Was nun noch die physiologische Beweisführung von Masius und Vanlair betrifft, so haben wir schon in den Mitteilungen von Freusberg und Goltz hinreichend Gelegenheit zu der Erkenntnis gehabt, dass die Reflexbewegungen

so in die Erscheinung treten können, dass sie nur mit ausserordentlicher Schwierigkeit von willkürlichen auseinander gehalten werden können. So kann denn Eichhorst nicht umhin, die Behauptung auszusprechen, dass es Masius und Vanlair nicht gelungen ist, einen deutlichen, unanfechtbaren Beweis für die Regeneration des Rückenmarks von Fröschen zu erbringen.

Den ihm von Schiefferdecker gemachten Vorwurf, er habe Reflexbewegungen für willkürliche gehalten, sucht Eichhorst dadurch zu entkräften, dass er sich auf Grund seines langjährigen Experimentierens in der Beurteilung solcher Dinge wohl auch eine gewisse Sicherheit zusprechen dürfe, um so mehr, als er stets ohne jegliche Voreingenommenheit streng objektiv untersucht habe. Trotzdem gesteht Eichhorst unumwunden zu und bedient sich hierbei der von Freusberg in seiner Arbeit „Ueber Reflexbewegungen beim Hunde“ ausgesprochenen Worte: „Dass hier bei einer gewissen Grenze ein sicheres Auseinanderhalten nicht möglich ist“, woraus ja hervorgeht, dass er Irrtümer einräumt.

Auch die seiner anatomischen Untersuchung gemachten Vorwürfe, dass also die als regeneriert erklärten Nervenfasern solche gewesen wären, die durch das Zerquetschen entweder gar nicht oder nur teilweise, — dass sie sich also noch erholen konnten, — verletzt worden wären, weist Eichhorst damit zurück, dass die Fasern durch die in grosser Anzahl und bestimmtem Abstand nachgewiesenen Kerne zweifellos den Charakter junger Fasern tragen.

Betreffs der von Schiefferdecker selbst angestellten Versuche meint Eichhorst, dass die so unumwunden ausgesprochenen negativen Resultate Schiefferdeckers in der Frage der Rückenmarksregeneration von entscheidendem Einflusse nicht sein können, da wohl jeder, der sich hiermit beschäftigt habe, zu der Erkenntnis gelangt sei, dass ein nicht allzu reichliches Material oder nur einige wenige Untersuchungen um so mehr nicht im stande sein können, Licht in dieses Dunkel zu werfen, als diese Vorgänge sowohl im peripherischen, als im centralen Nervensystem einen so „capriciösen Charakter“ verraten, dass bei dem einen Tier unter sonst gleichen Verhältnissen das leicht

und schnell gelingt, was bei dem andern vollständig fehlschlägt. So ist es wohl denkbar, dass bei dem einen Tier sich die Regenerationsvorgänge schnell vollziehen, während sie bei dem andern völlig ausbleiben.

Nachdem Eichhorst sein Urteil über die Arbeit Schiefferdeckers in die Worte zusammengefasst hat: „So sehr ich auch die ganzen Vorzüge der Schiefferdeckerschen Arbeit in vollstem Masse anerkenne, soweit sich dieselbe auf die degenerativen Veränderungen am Rückenmark bezieht, so muss ich trotzdem daran festhalten, dass sie in Bezug auf Regenerationserscheinungen und namentlich in Hinsicht auf das Material, welches hätte verwertet werden können, in ihrem thatsächlichen Teil unvollständig und in ihrem kritischen nicht unparteiisch ausgefallen ist", geht er zu seinen eigenen Versuchen über.

Wie schon gesagt, experimentierte Eichhorst an 3 jungen Hunden, indem er ihnen das Rückenmark in der Höhe der letzten Brustwirbel, — diesmal nicht quetschte, sondern zerschnitt. Gleich nach der Operation trat vollkommene Lähmung unterhalb des Schnittes ein, sonst fühlten sich — wie immer — die Tiere äusserst wohl. Zwei der Tiere zeigten keine Spur einer physiologischen Regeneration, und auch die am 21. resp. 35. Tage nach der Operation vorgenommene anatomische Untersuchung hatte ein negatives Resultat: Eichhorst konnte keine einzige regenerierte Nervenfaser oder Ganglienzelle in der Rückenmarksnarbe nachweisen. Dagegen bemerkte Eichhorst an dem 3. Hunde schon beim Beginn der 4. Woche Bewegungen, welche er bestimmt für willkürliche halten zu müssen glaubte. Der Hund stand minutenlang aufrecht auf 4 Beinen und machte am 26. Tage die ersten Gehversuche; hatte er eine Strecke zurückgelegt, so ruhte er in sitzender Stellung aus, um dann von Neuem weiter zu laufen, bis er am 35. Tage schon ziemlich weit ohne auszuruhen laufen konnte. Jedoch hatten seine Bewegungen einen eigentümlichen ataktischen Charakter, so dass eigentlich die Bewegungen wieder ganz so zu Tage traten, wie sie Goltz und Freusberg als Reflexbewegungen an Hunden mit durchschnittenem Rückenmark beobachtet haben.

Eine Wiederkehr der Sensibilität konnte Eichhorst nicht beobachten.

Dagegen zeigte die mikroskopische Untersuchung, dass die Narbe von reichen Nervenfaserzügen durchzogen war, welche in der Längsrichtung verliefen. Sie waren teils doppelt contouriert, teils marklos. Zwischen ihnen fand sich ein eigentümliches, der Neuroglia ähnliches Bindegewebe. Ausserdem bemerkte Eichhorst noch 2 grössere Zellen, die er jedoch nicht mit Bestimmtheit für Ganglienzellen halten konnte.

Die Resultate seiner Untersuchungen fasst Eichhorst, wie folgt, zusammen: „Eine anatomische und funktionelle Regeneration des Rückenmarks kommt bei jungen Hunden bestimmt vor und kann in einer verhältnismässig kurzen Zeit ausserordentlich hochgradig ausfallen. Freilich ist bei alledem die anatomische und funktionelle Wiederherstellung des durchschnittenen Rückenmarks in der Regel nur eine beschränkte."

Man kann hieraus ersehen, dass man eine Regeneration des Rückenmarks bei Hunden nicht leugnen kann, wenn man auch betreffs der Motilität und der Nervenfasern keine Garantie hat, dass es thatsächlich willkürliche und keine Reflexbewegungen einerseits und andererseits wirkliche Nervenfasern des Rückenmarks sind. Wie leicht bei der Beantwortung dieser Fragen grosse Irrtümer unterlaufen können, haben wir früher des öfteren schon besprochen und glauben deshalb hier nicht noch einmal darauf eingehen zu müssen.

Längere Zeit nun ruhte der Kampf, sich durch das Dunkel der Rückenmarksregeneration hindurch zu arbeiten, wohl hauptsächlich deshalb, weil man eingesehen hatte, dass man sich auf ein Gebiet wage, das die intensivste Schulung und die feinste Beobachtung verlange.

Erst im Jahre 1891 erschien in der Zeitschrift „La Psichiatria"[1] ein Werk von Sgobbo „Sulla rigenerazione del midollo spinale nei vertebrati". Sgobbo hat die Untersuchungen von Masius und Vanlair, Brown-Séquard,

[1] Bd. 8.

Dentan, Schiefferdecker, Eichhorst und Naunyn einer strengen Nachuntersuchung unterzogen und experimentierte so an Tritonen, Eidechsen, Fröschen, Tauben und Hunden — gewiss ein Material, das den höchsten diesbezüglichen Anforderungen gerecht werden muss.

Was erfahren wir von Sgobbo über Rückenmarksregeneration?

Die transversale Durchschneidung des Dorsalmarkes erzeugte bei allen vollständige und dauernde Lähmung der unter der Operationsstelle gelegenen Körperhälfte. Allerdings zeigten u. a. die operierten Frösche und Tauben eine erhöhte Reflexerregbarkeit und ziemlich koordinierte Reflexerregungen dieser Partieen. Bei halbseitiger Durchschneidung des Rückenmarks bei Tauben stellte sich die Bewegung allmählich wieder vollständig her, ebenso schwand bei Tauben, denen an 2 verschiedenen Stellen die rechte Markhälfte durchschnitten war, die Paralyse der betreffenden Gebiete allmählich völlig, obgleich eine Nervenregeneration an den Schnitten nicht vorhanden war. Bei Tritonen, denen der Schwanz abgeschnitten war, regeneriert sich das Rückenmark in dem neugewachsenen Schwanz völlig. Im durchschnittenen Dorsalmark fanden sich Anfänge der Regeneration vom Epithel des canalis centralis ausgehend. Da nun das embryonale Rückenmark dem Centralkanalepithel seinen Ursprung verdankt, da ferner die neugebildeten Nervenzellen beim Triton von ihm ebenfalls ausgehen, so nimmt Sgobbo an, dass auch bei den übrigen Wirbeltieren das Centralkanalepithel seine regenerative Funktion nicht verloren hat, dass aber äussere Ursachen, z. B. das bindegewebige Narbengewebe, das wie eine Barriere die durchschnittenen Stümpfe trennt, die Bildung von Nervengewebe aus ihm verhindere.

Dass gerade die Zellen des Centralkanals eine besondere regenerative Fähigkeit haben, konnten auch Fürstner und Knoblauch bestätigen, die in ihrem Werke: „Ueber Faserschwund in der grauen Substanz und über Kernteilungsvorgänge im Rückenmark unter pathologischen

Verhältnissen“[1] sagen: „Nur in den Zellen des Centralkanals reaktive Kariokinese, nichts in den Ganglienzellen.“

Tooth konnte niemals beim Menschen und Affen etwas von Regeneration der Nervenelemente entdecken. Auch Chipault hat bei Untersuchungen des Rückenmarks nach Frakturen niemals Andeutung von Regeneration gefunden. Er resümiert, dass ausser der Regeneration des Rückenmarks beim Triton nichts von Regeneration erwiesen sei. Anders verhält es sich bei partieller Rückenmarksverletzung, wo er in einigen Fällen Wiederkehr der Funktionen beobachten konnte. So war in einem Fall von Cuvilliers die Waffe im Rückenmark stecken geblieben; und dennoch wurde der Verwundete völlig geheilt. Bei einem Fall von Albanese waren alle Bewegungen nach 14 Tagen wiedergekommen, als der Kranke starb. Die Autopsie wies eine Hemisektion des Halsmarkes mit völliger Abwesenheit der Vernarbung auf. Die Wurzeln verhalten sich betreffs Regeneration, wie gewisser Nerven, ebenso die cauda equina.

Schon Chipault und Sgobbo erwähnten Fälle, bei denen das Rückenmark nicht in seinem ganzen Querschnitt verletzt war, sondern nur eine halbseitige Läsion vorlag. Dass uns, besonders was die physiologische Regeneration anbelangt, in diesen Fällen ein ganz anderes Bild geboten wird, als bei totaler Durchtrennung, ist klar.

Sehen wir also, wie sich das Rückenmark bei halbseitiger Läsion verhält und wie es mit der funktionellen Restauration steht.

Beschäftigt hat sich mit diesen Fragen in erster Linie Turner, der uns in seiner Veröffentlichung „On hemisection of the spinal cord“ hierüber Aufschluss giebt.

Bei den verschiedenen Tieren kehrte zu verschiedenen Zeiten nach der Operation die Motilität zurück, und zwar um so später, je entfernter das betreffende Gelenk lag, so z. B. in den Fingergelenken erst 120 Tage nach der Operation.

Was die anatomische Regeneration anbelangt, so ist Turner der Ansicht, dass eine Regeneration der weissen Substanz wenigstens bei höheren Säugetieren wahrscheinlich nicht eintritt, jedoch hält er es nicht für unwahrscheinlich,

[1] Arch. f. Psychiatr. Bd. 23.

dass dieser Vorgang doch noch bewiesen wird. Er selbst sah sich noch nicht in der Lage, regenerierte Nervenelemente zu konstatieren, denn das Narbengewebe zeigte in keinem seiner (5) Fälle eine Spur von regenerierten Nervenfasern. Als Erklärung für die trotzdem wiedergekehrte Funktion führt Turner an, dass die Leitung wahrscheinlich durch sich kreuzende Fasern von der gesunden Seite erfolgt, eine Ansicht, die durch mehrere Versuche erhärtet wird. Turner selbst konstatierte, dass nach Wiederherstellung der Motilität nach einseitiger Durchschneidung des Rückenmarks eine Durchschneidung, die eine etwas höher gelegene Stelle der andern Seite traf, eine vollständige dauernde Lähmung beider Unterextremitäten zur Folge hatte.

Eine weitere Bestätigung bringt Motts Experiment. Mott fand nach einer geheilten durch Halbseitenläsion eingetretenen Lähmung eines Beines, wenn er das motorische Centrum des andern Beines reizte, Bewegungen in beiden Beinen. Weiter wurde die Vorausse tzung, dass die motorischen Impulse bei Halbseitenläsion des Rückenmarks durch eine Rückenmarkshälfte beiden Körperteilen zugeführt werden, durch Rossolymo bestätigt.

Falls z. B. Rossolymo[1] einem Meerschweinchen die linke Rückenmarkshälfte in der Höhe des 10. Dorsalwirbels durchschnitt, so stellte sich Lähmung der Hinterextremität ein, die nach 3 Wochen fast völlig verschwunden war. Hierauf wurde dem Tier die linke Rückenmarkshälfte zum 2. Mal durchschnitten und zwar unmittelbar unter der Pyramidenkreuzung. Es stellte sich Lähmung der linken Vorderextremität ein, während die Motilität der linken Hinterextremität unverändert blieb. Wurde dagegen einem gesunden Meerschweinchen eine Rückenmarkshälfte oberhalb der Halsanschwellung durchschnitten, so befiel die Lähmung beide Extremitäten an der entsprechenden Seite.

Durchschnitt ferner Rossolymo die linke Rückenmarkshälfte in der Höhe des 9. Dorsalwirbels, so trat

[1] Experimentelle Untersuchung zur Frage über die sensiblen und motorischen Leitungsbahnen im Rückenmark. Inaugural-Dissertation. Moskau. 1887.

vollständige Lähmung der linken Hinterextremität ein, die nach 5 Monaten vollständig verschwunden war. Darauf durchschnitt er zum 2. Mal die linke Rückenmarkshälfte in der Höhe des 6. Dorsalwirbels ohne Beeinflussung der Motilität. Als nach 2 Wochen die erste Rückenmarkshälfte in Höhe des 4. Brustwirbels durchschnitten wurde, stellte sich sofort Lähmung der beiden Hinterextremitäten ein. Ein medianer Längsschnitt, der beide Rückenmarkshälften im Gebiet der Lendenanschwellung von einander trennte, hatte keine Lähmung zur Folge. Wurde aber in Höhe des 11. Wirbels eine Hälfte durchtrennt und dann — nach verschwundener Lähmung, unterhalb der Hemisektionsebene ein medianer Längsschnitt durch die Lendenanschwellung gelegt, so stellte sich sofort Lähmung der betreffenden Extremität ein.

Hieraus zieht Rossolymo den Schluss, dass bei Hemisektionen die motorischen Impulse durch die unversehrte Rückenmarkshälfte geleitet werden, und dass diese vikariierende Leitung unterhalb der Pyramidenkreuzung beginnt und erst in Höhe der entsprechenden motorischen Wurzeln zur kontralateralen Seite übergeht.

Werfen wir nun zum Schluss noch einen Ueberblick über das Vorstehende, so kommen wir zu dem Resultat, dass bei den niederen Tieren — Amphibien und Reptilien — die starke Regenerationsfähigkeit des Rückenmarks wohl als erwiesen betrachtet werden kann, dass aber die Arbeiten, welche die Säugetiere betreffen, obgleich sich ein Teil der Autoren ganz oder teilweise für einen Regenerationsvorgang im Rückenmark aussprachen, diese Frage mit Gewissheit noch nicht beantwortet haben. Trotzdem vermag man nicht zu leugnen, dass auch dem Rückenmark der höheren und niederen Säugetiere und auch des Menschen die Möglichkeit, sich zu regenerieren, immerhin innewohnen mag, dass aber dieser Regenerationsprocess durch irgendwelche Hindernisse, wie Narbengewebe, sich nicht bis zu dem Grad des mikroskopischen Nachweises vollziehen kann.

Liefern uns doch pathologische Beobachtungen einen wenn auch nicht schlagenden Beweis dafür!

So sehen wir nach Verletzungen, Blutungen und Erweichungen des Rückenmarks nicht selten eine so eklatante

Besserung auftreten, dass die Möglichkeit einer teilweisen Regeneration nicht von der Hand zu weisen ist.

Warum sollte ferner eine Regeneration der nervösen Elemente im Rückenmark unmöglich sein, da doch das periphere Nervensystem nachgewiesenermassen eine so bedeutende Regenerationsfähigkeit besitzt?

Eine angenehme Pflicht ist es mir, Herrn Privatdocenten Stabsarzt Dr. Goldscheider für die Anregung zu dieser Arbeit und die Empfehlung derselben als Dissertation meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Litteratur.

1. Arch. für experiment. Patholog. u. Pharmakolog. Bd. 2.
2. Virchows Archiv Bd. 67.
3. Pflügers Archiv f. Physiolog. Bd. 9.
4. Zeitschrift f. klin. Medizin Bd. 1.
5. Schmidts Jahrbücher 1871 und 1893.
6. Virchow-Hirsch Centralblatt 1869 Bd. 1. 1874 Bd. 2. 1880.
7. Neurologisches Centralblatt 1884, 1891.
8. W. A. Turner: „On hemisection of the spinal cord.
9. Masius u. Vanlair: „Recherches expérimentales sur la régénération anatomique et fonctionnelle de la moëlle épinière.“ Mémoires de l'Académie royale de Belgique 1870.
10. Chipault: Chirurgie médullaire.
11. Leyden, Rückenmarkskrankheiten.
12. Eichhorst, Patholog. u. Therapie Bd. 3.

Thesen.

I.

Bei Säugetieren hat die Regenerationsfähigkeit des Rückenmarks nur eine gewisse Wahrscheinlichkeit für sich.

II.

Bei Scheidenvorfall ist die Pessarbehandlung zu verwerfen und möglichst bald operativ einzuschreiten.

III.

Bei besonders schmerzhaften Wehen ist eine leichte Chloroformnarkose indiciert.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Wilhelm Hoffmann, Sohn des Königlichen Zahlmeisters im 2. nassauischen Infanterie-Regiment No. 88 Julius Hoffmann, evangelischer Konfession, wurde am 3. Mai 1872 in Cassel geboren. Seine wissenschaftliche Vorbildung erhielt er auf dem Grossherzoglich Hessischen Gymnasium zu Mainz, welches er Herbst 1890 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Am 22. Oktober desselben Jahres als Studierender in das Königl. medicinisch-chirurgische Friedrich-Wilhelms-Institut aufgenommen, genügte er vom 1. April bis 1. Oktober 1891 seiner Dienstpflicht mit der Waffe in der 1. Kompagnie des Garde-Füsilier-Regiments. Am 6. Juli 1892 bestand er die ärztliche Vorprüfung, am 6. Juli 1894 das Examen rigorosum.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren:

v. Bardeleben, v. Bergmann, du Bois-Reymond, Dilthey, Engler, Ewald, Fraentzel, Gerhardt, Goldscheider, Gurlt, Gusserow, Hartmann(†), Hertwig, Hirsch(†), Hofmann(†), Jolly, R. Koehler, A. Koehler, Kossel, Kundt(†), H. Lewin, Leyden, Liebreich, Olshausen, Oppenheim, Rubner, Salkowski, Schulze, Schweigger, Schwendener, Siemerling, Strassmann, R. Virchow, Waldeyer.

Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, spricht Verfasser seinen ehrerbietigsten Dank aus.